

熊本の衛星画像を利用した環境学習

The environment learning using satellite images of Kumamoto

山中美季, 飯野直子

YAMANAKA, Miki, IINO, Naoko

熊本大学大学院教育学研究科, 熊本大学教育学部

Graduate School of Education, Kumamoto University, Faculty of Education, Kumamoto University

[要約] 人間の活動が様々な自然環境の変化と関わっていることを理解させるためには, 身近な自然環境を調査させることが有効である。そこで本研究では熊本の衛星画像を利用して生徒たちに熊本の植生と温度の関係を調べさせる教材を制作し, 授業実践を行った。

[キーワード] 衛星リモートセンシング, Landsat-5/TM, ヒートアイランド, 天草

1. はじめに

環境教育の中では, 身近な環境を調べさせることが重要である。そのためには, 身近な環境を調べるための教材を作成することが必要である。

環境問題の1つとしてヒートアイランド現象があげられる。近年, 夏になると集中豪雨をもたらすなどの被害にもつながるためヒートアイランド現象は注目されてきている。衛星リモートセンシングデータは広域性, 瞬時性, 反復性があるためよくヒートアイランドの調査に使われている。衛星リモートセンシングとは, 人工衛星に搭載されたセンサを利用して, 地表面に反射した電磁波や地表面から放射された電磁波の強さをセンサで観測し, 非接触で対象物の情報を収集する技術のことである。衛星リモートセンシングでは衛星が地球を一定の周期で周回し, 宇宙から観測しているため, 広範囲の分布や経年変化を調査することができる。この特性を利用し, 熊本の植生分布と温度分布, またそれらの経年変化を調査して教材化し, 中学校において授業実践を行った。

2. 研究の目的

本研究では, 子どもたちにとって身近な素材を用いた熱環境学習のための教材を提供することを目的としている。地球観測衛星 Landsat 5 号の TM センサのデータを使用して熊本の植生指数画像と熱画像を作成し, ヒートアイランド現象の解析を行った。そして解析結果をもとに熊本の熱環境学習教材を作成した。

3. リモートセンシング

1) Landsat-5/TM

Landsat-5/TMは1から7までの7つのバンドをもっている。本研究で使用したバンドはバンド1～4及び6である。それぞれのバンドの波長の範囲とその特徴を表1に示す。本研究で使用したデータは1988年4月15日(path=113,raw=37)と1997年4月24日(path=113,raw=38,shift=-2)のLandsat-5/TMのデータである。1988年4月15日のデータを使用し, 各バンドのグレイスケール画像を図1(a)～(e)に示す。それぞれ白に近づくほど, 反射・放射が多いことを意味している。

可視バンドの画像(図1(a)～(c))は類似しているが, 波長の違いによって以下のような特徴がある。バンド1(青)は海中の浅いところまでの情報を得られるため, 藻場分布を調べることができる。また, このバンドは土壌と植生の区別もできる。ただし, 波長が短いため大気の影響を受けやすく海域も白っぽく見える。バンド2(緑)はバンド1ほどではないが水中を透過する波長なので, 海域の情報が得られる。図1(b)中の有明海の海面には濁りが見られる。バンド1よりも水・陸の区別がしやすい。バンド3(赤)では植物が赤色の光をよく吸収したり, 散乱光の影響が少ないため植生のある部分や水域はより暗く見えることから陸域と水域の判別に利用できる。図1(c)中で白く見えるのは市街地や砂浜, 収穫後の畑・枯れた草地や芝生などである。バンド4は近赤外域の波長である。赤外線は水に吸収されるため図1(d)中では水域が黒く表示されている。一方植物はこの波長を

表1. Landsat-5/TMのバンド特性⁽¹⁾

バンド	波長(μm)	特徴
1	0.45~0.52	可視光青
2	0.52~0.60	可視光緑
3	0.63~0.69	可視光赤
4	0.76~0.90	近赤外域
6	10.40~12.50	熱赤外域

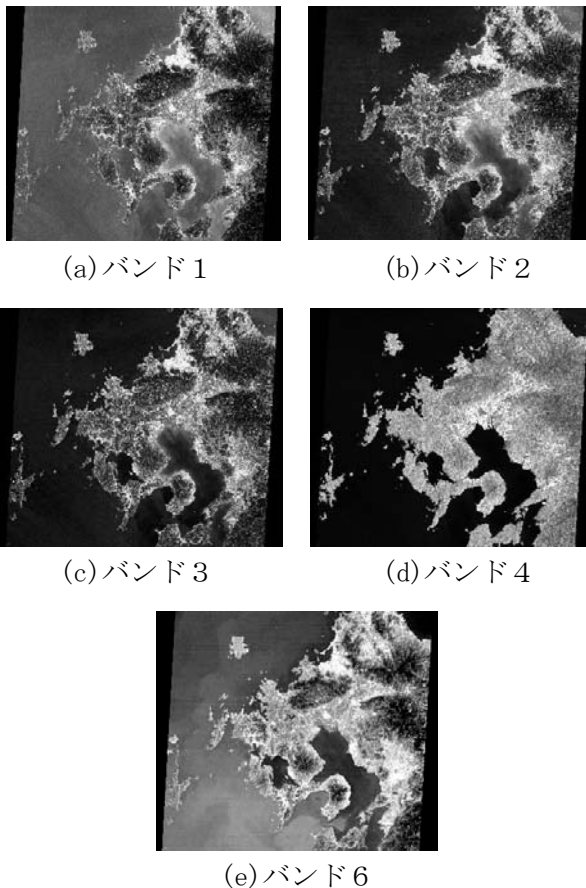


図1. 各バンドのグレイスケール画像

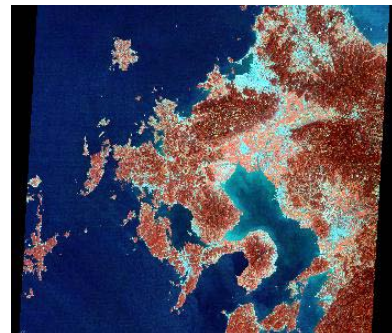
よく反射するため白く表示される。そのため陸域は全体的に明るく見え、陸域と水域の境界線がよくわかる。バンド6は熱赤外域の波長であり、地表面の温度分布の調査に適している。図1(e)中では温度が高くなるほど白色、温度が低くなるほど黒色に表示されている。ただし、他のバンドの空間分解能は30mであるが、バンド6だけは空間分解能が120mと粗い。⁽²⁾

2) カラー合成画像

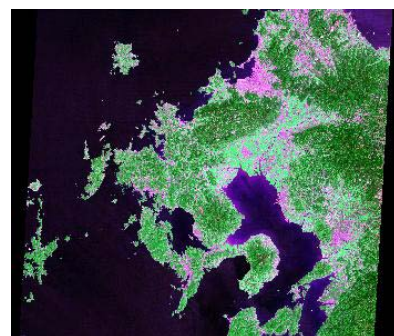
人工衛星の各センサが得た情報を赤・緑・青にいろいろな組み合わせで割り付けることにより、様々なカラー合成画像を作成することができる。



(a) True Color 画像



(b) False Color 画像



(c) Natural Color 画像

図2. カラー合成画像

代表的な3種類のカラー合成画像である True Color 画像(図2(a)), False Color 画像(図2(b)), Natural Color 画像(図2(c))とその特徴を示す。True Color 画像は、TM データのバンド3, 2, 1にそれぞれ赤, 緑, 青を割り当てているため、肉眼で見たときと同じように見える。True Color 画像は航空写真に近く、見慣れた画像になるため、土地利用や地形を見るときに使用できる。

False Color 画像は TM データのバンド1に青、バンド2に緑、近赤外のバンド4に赤を割り当てているため、近赤外の反射が多い森林は濃い赤色、田畑や草地は薄い赤色に見える。そのため筑紫平野では薄い赤色に表示されている部分が広範囲に広がっている。反対に False Color 画像では、

近赤外の反射が小さくなるにつれて濃い青色になるため、福岡市や熊本市では水色から青色に表示されている部分が多い。False Color 画像は植物が赤く表示されるため植物の分布を調べるときや植物量の推定に使える画像である。

Natural Color 画像は、TM データのバンド2に青、バンド3に赤、近赤外のバンド4に緑を割り当てた画像である。植物が多い場所では、緑色のバンド2と赤色のバンド3の反射よりも、緑色を割り当てている近赤外のバンド4の反射が大きいため、緑地が鮮やかな緑色に表示される。反対に市街地では近赤外のバンド4の反射よりも緑色のバンド2や赤色のバンド3の反射が大きいため、建物が多くなるにつれてマゼンタに表示される。またバンド1を使わないため海は暗くなり、True Color 画像やFalse Color 画像よりも陸と海の差がはっきり見える。

3) レベルスライス画像

グレイスケールの濃淡をいくつかのレベルにわけ、色の变化で表した画像をレベルスライス画像と呼ぶ。バンド6のグレイスケール画像(図1(e))をレベルスライス画像にすると図3になる。温度が低い場所では青色に、温度が高い場所では赤色に表示されている。図1(e)中では白く表示されていた福岡市や熊本市は温度が高く、赤色から黄色の場所が広範囲に分布していることがわかる。レベルスライスして色付けすることによって温度の違いが視覚的に捉えやすくなっている。反対に海や山では温度が低く濃い青色から黒色に表示されている。山ではとくに標高が高くなるにつれて温度が低くなっていることがわかる。また、この季節は陸と海の温度差は小さいこともよくわかる。

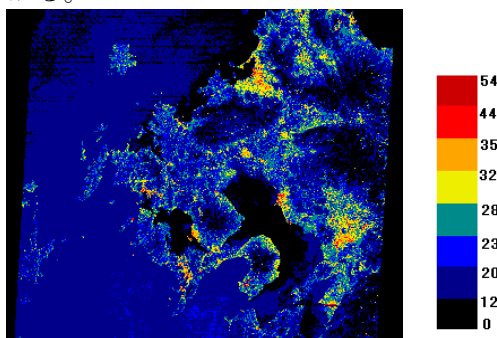


図3. 熱画像

4) 植生指数画像

植物は近赤外の波長(バンド4)をよく反射し、可視光赤の波長(バンド3)を吸収する特性を持つため、式(1)で計算される値を植生指数とする。植生指数のグレイスケール画像のレベルスライスを行い、色付けした画像を植生指数画像と呼ぶ。

$$\text{植生指数} = \frac{\text{バンド4} - \text{バンド3}}{\text{バンド4} + \text{バンド3}} \cdots \text{式(1)}$$

4. 教材化と授業実践

1) カラー合成OHP

色の混ぜ方には、加法混色と減法混色の2種類がある。パソコンのディスプレイや液晶プロジェクタなどで利用されている混色方法が加法混色である。加法混色の三原色「色光の三原色」は、赤・緑・青の3色である。赤と緑の光の混色は黄、緑と青の光の混色はシアン、赤と青の光の混色はマゼンタ、赤・緑・青の3つの光の混色は白になる。一方、絵の具やプリンタなどのように光を吸収・反射することを利用する混色方法が減法混色である。減法混色の三原色「色材の三原色」はシアン・マゼンタ・黄の3色である。シアンは赤の光を吸収し、緑と青の光は反射する。加法混色では緑と青の光の混色はシアンになるのでシアンに見える。黄とマゼンタと混色すると緑と青の光を吸収し、赤の光を反射するので赤に見える。⁽³⁾

本研究では児童や生徒がパソコンを操作することなく衛星画像を使った学習に使うためにOHPフィルムを使った教材化を行う。図1に示したように、グレイスケール画像は数値の大きい部分が白に近くなり、小さい部分が黒に近くなる。しかし肉眼で青色に見える波長のバンド1のグレイスケール画像では、白に近づくにつれて濃い青になるようにしたい。そこで図4のような光の性質を利用し、青色の波長のバンド1を黄色でOHPフィルムに印刷する(図5(a))。そうすると、数値が大きくグレイスケール画像で白く表示される部分は青色の光だけが残ることになり、OHPフィルムを重ね合わせたときに数値が大きい部分が青く表示されるようになる。同様にして緑色の波長のバンド2はマゼンタで(図5(b))、赤色の波長のバンド3はシアンで(図5(c))印刷する。図5(a)(b)(c)のOHPフィルムを重ねると

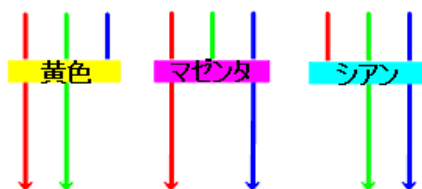


図4. 光の性質

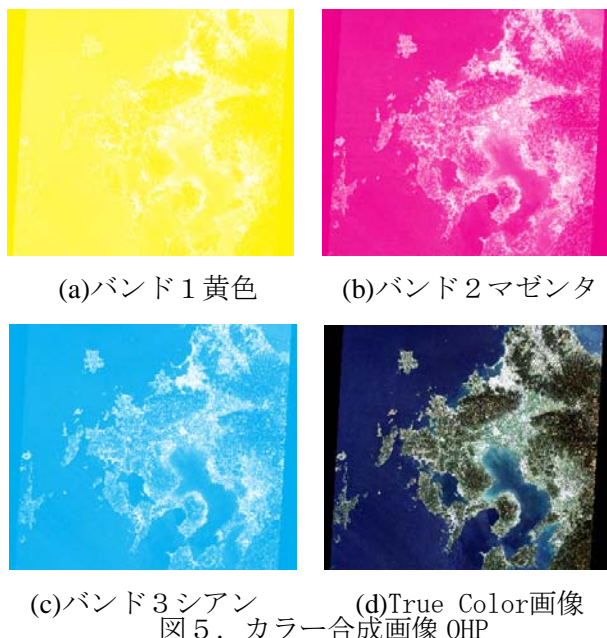


図5. カラー合成画像 OHP

図5 (d)のTrue Color画像となる。また同様にしてFalse Color画像やNatural Color画像を作成することもできる。

2) 地図OHP

植生指数画像と熱画像をOHPフィルムに印刷し、地図と重ね合わせて、めくれるように一辺だけを張り合わせたものを地図OHPと呼ぶ。この教材では衛星画像と地図との対応がわかりやすい。また異なった年の地図OHPを2つ作成することで植生分布や温度分布の経年変化も調査することができる。

3) 授業実践

天草郡苓北町立坂瀬川中学校の3年生 23 名を対象に平成 22 年 2 月 24 日の選択理科の時間に授業実践を行った。授業の流れは表 2 の指導案の通りである。

授業後のアンケート調査の結果、ほとんどの生徒が今回の授業を理解できたと回答した。また、全員が人工衛星は地球の環境を調べるために役に立っていると回答した。「人工衛星を使って調べてみたいことがありますか？」という質問には

表 2. 学習指導案

過程	時間	学習内容	教師の支援	備考	
導入	15	1. ヒートアイランド現象について知る。	・ヒートアイランド現象について説明する。	・パソコン ・プロジェクタ ・サーモカメラ ・IRフィルター	
		2. リモートセンシングについて知る。	・サーモカメラで撮影した可視、近赤外、熱赤外の画像を使用して、対象物の状態を調べることができることを説明する。 ・衛星リモートセンシングについて説明する。		
展開	8	衛星画像を使って天草の環境について調べてみよう。			
		3. 地図 OHP (A) を使い、これらの画像が何を表しているのかを考えながら、それぞれの特徴や関係性を考える。	・植生指数画像からわかることをワークシートに書かせて発表させる。 ・熱画像からわかることをワークシートに書かせて発表させる。 ・2枚の画像を比べてわかることをワークシートに書かせて発表させる。 ・植生の多い場所は温度が低く、植生の少ない場所は温度が高いことを確認する。	・パソコン ・プロジェクタ ・1997年地図 OHP ・ワークシート	
	7	4. 地図 OHP (B) を使い、地図 OHP (A) より古い画像が新しい画像かを調べる。	・植生指数画像を使って調べさせる。 ・判定根拠を確認する。 ・なかなか見つけられない場合は差画像 OHP を提供する。 ・判定根拠としてあがった場所の地表面温度の経年変化を確認させる。	・1988年地図 OHP ・ワークシート ・Google マップ ・差画像 OHP	
	5	5. 4枚の画像からわかったことをワークシートにまとめる。	・まずは個人で考えて、ワークシートに書かせる。		
10	6. グループで話し合っ、E4用紙にまとめる。	・グループで話し合い、意見をまとめて紙に書かせて発表させる。	・E4用紙 ・マジックペン		
まとめ	5	7. 自然と人間とのかかわりについて考え、ワークシートにまとめる。	・土地の開発が自然の状態(土地被覆や地表面の温度)に影響を与えていることを確認する。 ・人間活動が自然環境の変化とも関わっていることを考えさせ、これからどうしていくべきか考えさせる。	・ワークシート	

23 人中 18 人がないと回答した。「今日の授業を受けて、環境を守るために何か自分でやってみたいと思いますか？」という質問に対しては 13 人があると回答した。授業後の感想には、天草の環境を調べるのはおもしろいという意見が多くみられたが、衛星画像の読み取りが難しかったという意見もみられた。今後、授業をよりわかりやすくするなどの改善していきたい。

おわりに

OHPフィルムに印刷した衛星画像を使用し、選択理科の時間に授業実践を行った。中学生は電磁波の概念を学習していないため「リモートセンシング」の用語に難しさを感じるようであったが、衛星画像を使用して身近な環境やその変化を調べる活動を通してその有用性を実感できるように、今後も様々な環境学習用の教材を作っていきたい。

引用文献

- (1)土屋清：リモートセンシング概論，朝倉書店
- (2)長谷川均：リモートセンシングデータ解析の基礎，古今書院
- (3)山口靖，八木令子，小田島高之：はじめてのリモートセンシング，ジオテクノス株式会社